



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑧⑦ EP 0 558 339 B 1

⑩ DE 693 20 080 T 2

⑤① Int. Cl.⁶:
H 02 M 3/07

- ②① Deutsches Aktenzeichen: 693 20 080.4
⑧⑥ Europäisches Aktenzeichen: 93 301 466.4
⑧⑥ Europäischer Anmeldetag: 26. 2. 93
⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 1. 9. 93
⑧⑦ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 5. 8. 98
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 10. 12. 98

DE 693 20 080 T 2

- ③⑩ Unionspriorität:
76188/92 27. 02. 92 JP
- ⑦③ Patentinhaber:
Texas Instruments Inc., Dallas, Tex., US
- ⑦④ Vertreter:
Prinz und Kollegen, 81241 München
- ⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL

- ⑦② Erfinder:
Imi, Toshiro, Kawasaki-shi, Kanagawa 214, JP

⑤④ Ladungspumpenschaltung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 20 080 T 2

16.07.98

EP 0 558 339 (93301466.4)

GEBIET DER ERFINDUNG

Diese Erfindung bezieht sich auf einen Typ einer Ladungspumpschaltung zum Erhöhen der von einem Kondensator verwendeten Spannung. Insbesondere bezieht sich diese Erfindung auf einen Typ von Ladungspumpschaltung, der für die Verwendung in dem Stromquellenabschnitt innerhalb des Chips einer integrierten Halbleiterschaltung (hierin im weiteren als IC bezeichnet) geeignet ist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die Fig. 10 zeigt die Anordnung einer Spannungswandlerschaltung, die eine herkömmliche Ladungspumpschaltung verwendet. Bei dieser Spannungswandlerschaltung umfaßt die Ladungspumpschaltung Kondensatoren c_1 , c_3 , Schalter s_1 , s_2 , s_3 , s_4 , einen Oszillator 100 und einen Inverter 102. Unter den Schaltern s_1 , s_2 , s_3 , s_4 werden die Schalter s_1 und s_3 gleichzeitig durch das Impulssignal p_a vom Oszillator 100 als Schaltsteuersignal ein-/ausgeschaltet, während die Schalter s_2 , s_4 gleichzeitig durch das Impulssignal p_b vom Inverter 102 ein-/ausgeschaltet werden. Da das vom Oszillator 100 abgegebene Impulssignal p_a und das vom Inverter 102 abgegebene Impulssignal p_b in der Phase entgegengesetzt sind, sind s_2 und s_4 ausgeschaltet, wenn s_1 und s_3 eingeschaltet sind, und s_2 und s_4 eingeschaltet, wenn s_1 und s_3 ausgeschaltet sind.

Wenn die Schalter s_1 und s_3 eingeschaltet sind und die Schalter s_2 und s_4 ausgeschaltet sind, wird der Kondensator c_1 durch eine Stromquelle mit einer Ausgangsspannung V_{CC} über die Schalter s_1 und s_3 auf die Spannung V_{CC} aufgeladen. Dann wird, wenn die Schalter s_1 und s_3 ausgeschaltet und die Schalter s_2 und s_4 eingeschaltet sind, der Kondensator c_3 durch die Spannung am Kondensator c_1 über die Schalter s_2 und s_4 auf V_{CC} aufgeladen. Wenn die Stromquellenspannung V_{CC} an eine Elektrode des Konden-

16.07.98

2

sators c3 angelegt wird, wird der Kondensator C3 auf V_{CC} aufgeladen und seine Elektrode auf der "+"-Seite wird auf ein Potential von $2 V_{CC}$ erhöht. Auf diese Weise wird dann, wenn die zwei Schaltergruppen s1, s2, s3, s4 wiederholt abwechselnd und entgegengesetzt zueinander ein-/ausgeschaltet werden, eine verdoppelte Spannung $2 V_{CC}$, doppelt so groß wie die Stromquellenspannung V_{CC} , am Ausgangsanschluß 104 erhalten.

Die Kondensatoren c2, c4 und die Schalter s5, s6 und s7 und s8, die in dem hinteren Abschnitt der Spannungswandlerschaltung angeordnet sind, bilden einen Polaritätsumkehrer zum Umkehren der Polarität der Spannung $2 V_{CC}$ am Ausgangsanschluß 104. Unter den Schaltern s5, s6, s7 und s8 werden die Schalter s5 und s7 zusammen mit den vorher erwähnten Schaltern s2 und s4 ein-/ausgeschaltet, während die Schalter s6 und s8 zusammen mit den erwähnten Schaltern s1 und s3 ein-/ausgeschaltet werden.

Bei diesem Polaritätsumkehrer wird der Kondensator c2 dann, wenn die Schalter s5 und s7 eingeschaltet und die Schalter s6 und s8 ausgeschaltet werden, durch die Spannung $2V_{CC}$ am Ausgangsanschluß 104 oder auf der "+"-Seite der Elektrode des Kondensators c3 über die Schalter s5 und s7 auf $2V_{CC}$ aufgeladen. Dann wird, wenn die Schalter s5 und s7 ausgeschaltet und die Schalter s6 und s8 ausgeschaltet werden, der Kondensator c4 über die Schalter s6 und s8 durch die Spannung am Kondensator c2 auf die Spannung $2V_{CC}$ aufgeladen. Da die Elektrode auf der "+"-Seite des Kondensators c4 mit Massepotential verbunden ist (0 Volt), wird das Potential an einer Elektrode des Kondensators c4 $-2V_{CC}$. Am Ausgangsanschluß 106 ist die Polarität der Ausgangsspannung $2V_{CC}$ des Ausgangsanschlusses 104 umgekehrt, so daß eine Ausgangsspannung $-2V_{CC}$ gebildet wird.

Die Fig. 11 zeigt die Schaltungsanordnung eines herkömmlichen Leistungsverstärker/-empfänger-IC 110 als ein Beispiel des Verfahrens, das verwendet wird, wenn die vorher erwähnte Spannungswandlerschaltung eingesetzt wird. Bei dieser Leistungsverstärker/-empfänger-IC-Schaltungsanordnung wird eine Spannungswandlerschaltung 112 verwendet, um die Betriebsspannung des

18.07.98

Leitungsverstärkers 114 gemäß dem Code EIA-232-D mittels einer einzigen Stromquellenspannung V_{CC} zu erhalten. Gemäß dem Code EIA-232-D liegt die Ausgangsspannung V_O des Leitungsverstärkers in dem Bereich zwischen $+5\text{ V} < V_O < +15\text{ V}$, $-5\text{ V} > V_O > -15\text{ V}$. Bei einer herkömmlichen Spannungswandlerschaltung 112 ist es, da bei einer einzigen Versorgungsspannung V_{CC} eine der doppelten Stromquellenspannung V_{CC} entsprechende Bipolarspannung $+2V_{CC}$, $-2V_{CC}$ erzeugt wird, möglich, Leitungsverstärkerausgangsspannungen V_{DD} , V_{SS} von $+10\text{ V}$ bzw. -10 V zu erhalten, um die durch den Code EIA-232-D gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Ferner wird eine einzelne Versorgungsspannung V_{CC} von $+5\text{ V}$ als Betriebsspannung an den Leitungsverstärker 116 angelegt.

Andererseits wird bei dem vor kurzem entwickelten tragbaren Informationsverarbeitungsgeräten zur Realisierung eines geringen Energieverbrauchs die Versorgungsspannung von 5 V auf $3,3\text{ V}$ verändert. In diesem Falle werden in dem Leitungsverstärker-/empfänger-IC 110, der in der Fig. 11 dargestellt ist, da die Versorgungsspannung V_{CC} als Spannung von $3,3\text{ V}$ eingegeben wird, die von der Spannungswandlerschaltung 112 erzielten Leitungsverstärkerausgangsspannungen V_{DD} , V_{SS} höchstens $+6,6\text{ V}$ bzw. $-6,6\text{ V}$. Dieser Spannungspegel genügt jedoch nicht, um eine ausreichende Spanne für den EIA-232-D-Code zu liefern.

Wenn das herkömmliche Ladungspumpverfahren verwendet wird, um dieses Problem zu lösen, besteht die einzige Möglichkeit, dieses Problem zu lösen, darin, die in der Fig. 10 dargestellte Spannungswandlerschaltung zu verwenden, bei der eine weitere Ladungspumpschaltungsstufe hinzugefügt wird, um eine zweistufige Ladungspumpschaltung zu bilden. In diesem Falle wird die Anzahl an Kondensatoren c_1 , c_3 und Schaltern s_1 , s_2 und s_4 auf 4 bzw. 8 verdoppelt. Jedoch sind, wie in der Fig. 11 dargestellt, die Kondensatoren c_1 und c_3 als Teile an den Leitungsverstärker-/empfänger-IC 110 angefügt. Daher wird, da die Anzahl der Kondensatoren verdoppelt ist, nicht nur die Zuverlässigkeit des Betriebs vermindert, sondern es wird auch schwieriger, ein Schaltungssubstrat von geringer Größe und mit geringem Gewicht

15.07.98

4

herzustellen. Außerdem werden mit einer Verdoppelung der Anzahl der Schalter s1, s2 und s4 der Aufbau der integrierten Schaltung komplexer und die Kosten höher.

US-A-4 302 804, auf die sich die Oberbegriffe der Ansprüche 1 und 2 gründen, zeigt eine Ladungserhöhungsschaltung, die einen Schaltregler in der Form eines sequentiellen Zählers mit vier Positionen verwendet, der in einem Zyklus betrieben wird, der vier Phasen erfordert.

Der Zweck dieser Erfindung besteht darin, die vorher erwähnten Probleme der herkömmlichen Verfahren zu lösen, indem eine solche Ladungspumpschaltung geschaffen wird, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Spannung um einen Faktor von 4 oder 8 mittels eines einfachen Schaltungsaufbaus erhöht werden kann.

Diese Erfindung schafft ein Verfahren zum Betreiben einer Ladungspumpschaltung mit den folgenden Schritten: Es wird eine erste Elektrode eines ersten Kondensators über ein Gleichrichtungsmittel mit einer ersten Spannungsquelle verbunden, die eine vorherbestimmte Spannung liefert, und es wird die zweite Elektrode über ein erstes Schaltungsmittel mit einem Referenzpotential und über ein zweites Schaltungsmittel mit der ersten Spannungsquelle verbunden; es wird eine erste Elektrode eines zweiten Kondensators über ein zweites Gleichrichtungsmittel mit der ersten Elektrode des ersten Kondensators verbunden und es wird die zweite Elektrode des zweiten Kondensators über ein drittes Schaltungsmittel mit dem Referenzpotential und über ein viertes Schaltungsmittel mit der ersten Elektrode des ersten Kondensators verbunden; dadurch gekennzeichnet, daß Schaltsteuersignale erzeugt werden, die abwechselnd das erste Schaltungsmittel und das zweite Schaltungsmittel mit einer vorherbestimmten Periode ein-/ausschalten und die abwechselnd das dritte Schaltungsmittel und das vierte Schaltungsmittel innerhalb jeder Periode der vorherbestimmten Periode ein-/ausschalten und dadurch, daß die Schaltfrequenz des ersten Schaltungsmittels und des zweiten Schaltungsmittels halb so groß ist wie die

15.07.98

Schaltfrequenz des dritten Schaltungsmittels und des vierten Schaltungsmittels.

Diese Erfindung schafft außerdem eine Ladungspumpschaltung mit einem Eingangsanschluß, an dem eine Eingangsspannung von einer Spannungsquelle empfangen; einem ersten Kondensator mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode, deren Polaritäten einander entgegengesetzt sind, wobei der erste Kondensator über eine der beiden Elektroden mit dem Eingangsanschluß verbunden ist; einem ersten Gleichrichtungsmittel, das zwischen die eine der beiden Elektroden des ersten Kondensators und den Eingangsanschluß geschaltet ist; wobei der erste Kondensator über die andere der beiden Elektroden mit dem Eingangsanschluß und einem vorherbestimmten Referenzpotential verbunden ist; einem ersten Schalter, der zwischen die andere der beiden Elektroden des ersten Kondensators und den Eingangsanschluß geschaltet ist; einem zweiten Schalter, der zwischen die andere der beiden Elektroden des ersten Kondensators und das vorherbestimmte Referenzpotential geschaltet ist; einem zweiten Kondensator mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode, deren Polaritäten einander entgegengesetzt sind, wobei der zweite Kondensator über eine seiner beiden Elektroden mit der einen der beiden Elektroden des ersten Kondensators verbunden ist; einem zweiten Gleichrichtungsmittel, das zwischen die eine der beiden Elektroden des zweiten Kondensators und die eine der beiden Elektroden des ersten Kondensators geschaltet ist, wobei der zweite Kondensator über die andere seiner beiden Elektroden mit der einen Elektrode der beiden Elektroden des ersten Kondensators und dem vorherbestimmten Referenzpotential verbunden ist; einem dritten Schalter, der zwischen die andere der beiden Elektroden des zweiten Kondensators und die eine der beiden Elektroden des ersten Kondensators geschaltet ist; und einem vierten Schalter, der zwischen die andere der beiden Elektroden des zweiten Kondensators und das vorher bestimmte Referenzpotential geschaltet ist; wobei ein Ausgangsanschluß mit der Anode der zweiten Diode verbunden ist, die das zweite Gleichrichtungsmittel definiert, um eine Ausgangsspannung als eine Versorgungsspannung zu liefern, deren Größe gegenüber der am Eingangsanschluß empfangenen

16.07.98

6

Eingangsspannung wesentlich erhöht ist, gekennzeichnet durch Schaltsteuermittel, die jedem der Schalter für den Betrieb in Verbindung mit diesem zugeordnet sind, um innerhalb einer vorher- bestimmten Zeitperiode abwechselnd den ersten Schalter und den zweiten Schalter ein-/auszuschalten und um innerhalb jeder Periode der vorher bestimmten Zeitperiode abwechselnd den dritten Schalter und den vierten Schalter ein-/auszuschalten, wobei die Schaltfrequenz des ersten Schalters und des zweiten Schalters halb so groß wie die Schaltfrequenz des dritten Schalters und des vierten Schalters ist.

Wenn das erste Schaltungsmittel eingeschaltet und das zweite Schaltungsmittel ausgeschaltet ist, wird der erste Kondensator auf einen zwischen der Spannung der Versorgungsspannung und des Referenzpotentials liegenden Pegel über das erste Gleichrichtungsmittel und den ersten Schalter aufgeladen. Wenn das erste Schaltungsmittel ausgeschaltet und das zweite Schaltungsmittel eingeschaltet wird, bleibt das Potential auf der anderen Elektrode des ersten Kondensators festgehalten; worauf die Spannung auf einer Elektrode des ersten Kondensators auf einen Spannungspegel erhöht wird, der der Summe aus der Versorgungsspannung und der Ladespannung entspricht, und dieser Spannungspegel kann für eine vorher bestimmte Periode aufrecht erhalten werden. Während dieser Periode wird auf der Seite des zweiten Kondensators das erste und das vierte Schaltungsmittel ausgeschaltet und das dritte Schaltungsmittel eingeschaltet. In diesem Falle wird der zweite Kondensator auf eine Spannung zwischen der Spannung des ersten Kondensators und dem Referenzpotential über das zweite Gleichrichtungsmittel und den dritten Schalter aufgeladen. Dann wird, wenn das vierte Schaltungsmittel eingeschaltet und das dritte Schaltungsmittel ausgeschaltet wird, die andere Elektrode des zweiten Kondensators auf die Spannung einer Elektrode des ersten Kondensators über das vierte Schaltungsmittel geklemmt, und die an einer Elektrode des zweiten Kondensators erhaltene Spannung entspricht der Summe aus der Ladespannung des ersten Kondensators und der Ladespannung des damit in Reihe geschalteten zweiten Kondensators.

15.07.98

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Nun wird unter Verwendung eines Beispiels Bezug auf die beige-fügten Zeichnungen genommen, in denen:

Fig. 1 ein Schaltplan ist, der eine Schaltungsanordnung einer Ausführungsform einer Ladungspumpschaltung gemäß der Erfindung darstellt;

Fig. 2 den zeitlichen Ablauf des Betriebs oder die Spannungssignalformen der verschiedenen Teile während des Betriebs der Ladungspumpschaltung der Fig. 1 darstellen;

Fig. 3 ein Schaltplan ist, der die Schaltungsanordnung einer Spannungswandlerschaltung zeigt, die die in der Fig. 1 dargestellte Ladungspumpschaltung verwendet;

Fig. 4 ein Schaltplan ist, der die Anordnung der Schaltung gemäß einem modifizierten Beispiel der in der Fig. 3 dargestellten Spannungswandlerschaltung darstellt;

Fig. 5 den zeitlichen Ablauf des Betriebs oder die Spannungssignalformen der verschiedenen Teile während des Betriebs der in der Fig. 3 oder 4 dargestellten Spannungswandlerschaltung zeigt;

Fig. 6 ein Schaltplan ist, der eine Ausführungsform eines Leistungsverstärker-/empfänger-ICs darstellt, der die Spannungswandlerschaltung verwendet, die in der Fig. 3 oder 4 dargestellt ist;

Fig. 7 ein Schaltplan ist, der die Schaltungsanordnung einer mehrstufigen Ladungspumpvorrichtung bei einer Ausführungsform dieser Erfindung darstellt;

Fig. 8 ein Schaltplan ist, der die Schaltungsanordnung einer Ladungspumpschaltung gemäß einer Ausführungsform dieser Erfin-

16.07.98

nung darstellt, bei der die negative Versorgungsspannung verdoppelt ist;

Fig. 9 ein Schaltplan ist, der die Schaltungsanordnung einer Ladungspumpschaltung bei einer Ausführungsform dieser Erfindung darstellt, bei der Schalter als Gleichrichtungsmittel verwendet werden;

Fig. 10 ein Schaltplan ist, der die Schaltungsanordnung einer Spannungswandlerschaltung darstellt, die eine herkömmliche Ladungspumpschaltung verwendet; und

Fig. 11 ein Schaltplan ist, der die Schaltungsanordnung eines Leitungsverstärker-/empfänger-ICs darstellt, der die in der Fig. 10 dargestellte Spannungswandlerschaltung verwendet.

Die in den Zeichnungen dargestellten Bezugszeichen bedeuten:

C1, Kondensator

C2, Kondensator

C0, Kondensator

D1, Diode

D2, Diode

D0, Diode

10, Eingangsanschluß

12, Ausgangsanschluß

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Im folgenden werden die Ausführungsformen dieser Erfindung noch genauer mit Bezug auf die Figuren 1 bis 9 erläutert. Die Fig. 1 zeigt die grundsätzliche Schaltungsanordnung der Ladungspumpschaltung bei einer Ausführungsform dieser Erfindung. Bei dieser Ladungspumpschaltung wird eine vorher-bestimmte Versorgungsspannung V_{CC} am Eingangsanschluß 10 eingegeben, während eine Ausgangsspannung V_{DD} , die dem vierfachen der Versorgungsspannung V_{CC} entspricht ($4V_{CC}$), am Ausgangsanschluß 12 ausgegeben wird.

15.07.99

Beim Kondensator C1 ist die "+"-Elektrode über die Diode D1 mit dem Eingangsanschluß 10 verbunden und die "-"-Elektrode ist über den Schalter S1 mit dem Eingangsanschluß 10 und über den Schalter S2 mit Massepotential verbunden. Ferner ist bei der Diode D1 die Anode mit dem Eingangsanschluß und die Katode zwischen den Eingangsanschluß 10 und den ersten Kondensator C1 so herumgeschaltet, daß die Verbindung zur "+"-Elektrode des Kondensators C1 sichergestellt ist. Die zwei Schalter S1 und S2 können zum Beispiel Analogschalter sein, die aus Transistorschaltern bestehen. Sie werden abwechselnd ein-/ausgeschaltet, wenn sie die Impulssignale pa und pb, deren Phase entgegengesetzt ist, von der Schaltsteuerschaltung 14 empfangen.

Die "+"-Elektrode des Kondensators C2 ist mit der "+"- Elektrode des Kondensators C1 über die Diode D2 verbunden und die "-"-Elektrode ist über den Schalter S3 mit der "+"- Elektrode des Kondensators C1 und über den Schalter S4 mit Massepotential verbunden. Die Anode der Diode D2 ist mit der "+"-Elektrode des Kondensators C1 verbunden und die Katode ist zwischen den Kondensator C1 und den Kondensator C2 so herum geschaltet, daß die Verbindung zur "+"-Elektrode des Kondensators C2 sichergestellt wird. Die zwei Schalter S3 und S4 sind zum Beispiel Analogschalter, die aus Transistorschaltern bestehen. Sie werden beim Empfang der entgegengesetzte Phase aufweisenden Impulssignale PC und PD von der Schaltsteuerschaltung 14 abwechselnd ein-/ausgeschaltet.

Die "+"-Elektrode des Kondensators C2 ist über die Diode D0 mit der "+"-Elektrode des Kondensators C0 und mit dem Ausgangsanschluß 12 verbunden. Die "-"-Elektrode des Ausgangskondensators C0 liegt an Masse. Die Anode der Diode D0 ist mit der "+"-Elektrode des Kondensators C2 verbunden und die Katode ist zwischen dem Kondensator C2 und dem Kondensator C0 so herum geschaltet, daß die Verbindung zur "+"- Elektrode des Kondensators C0 sichergestellt wird.

Die Schaltsteuerschaltung 14 umfaßt einen Oszillator 16, einen Inverter 18, einen Frequenzteiler 20 und einen Inverter 22, die

16.07.98

10

in Reihe geschaltet sind. Die Phase des Impulssignals vom Oszillator 16, das eine vorherbestimmte Frequenz aufweist, wird durch den Inverter 18 invertiert. Dann wird die Frequenz durch den Frequenzteiler 20 durch zwei geteilt, worauf die Phase mittels des Inverters 22 invertiert wird. Die Ausgangsimpulse vom Oszillator 16, der Ausgangsimpuls vom Inverter 18, der Ausgangsimpuls vom Frequenzteiler 20 und der Ausgangsimpuls vom Inverter 22, die bei dieser Schaltsteuerschaltung 14 erhalten werden, werden als Schaltsteuersignale PC, PD, PA und PB zu den Steueranschlüssen der Schalter S3, S4, S1 bzw. S2 geschickt.

Im folgenden wird der Betrieb der Ladungspumpschaltung mit der vorher beschriebenen Anordnung unter Bezug auf die in der Fig. 2 dargestellten Zeitablaufdiagramme erklärt. In der Fig. 2 zeigen A, B, C und D den Zeitablauf des Ein-/ Ausschaltens der Schalter S1, S2, S3 bzw. S4. E zeigt die Signalformen des Potentials C1+ auf der "+"-Elektrode des Kondensators C1 und des Potentials C1- auf der "-"-Elektrode. F zeigt die Signalformen des Potentials C2+ auf der "+"- Elektrode des Kondensators C2 und des Potentials C2- auf der "-"-Elektrode. G zeigt die Spannungssignalform der Ausgangsspannung V_{DD} , die vom Ausgangsanschluß 104 erhalten wird.

Zunächst, wenn S2 und S4 eingeschaltet und S1 und S3 ausgeschaltet sind (so zum Beispiel beim Zeitpunkt t_1), wird der Kondensator C1 über den Eingangsanschluß 10, die Diode D1 und den Schalter S2 auf die Spannung V_{CC} aufgeladen, eine Spannung, die zwischen der Versorgungsspannung und Massepotential liegt. So wird das Potential auf der "+"-Elektrode des Kondensators C1 V_{CC} , während das Potential auf der "-"- Elektrode Null wird. Andererseits wird der Kondensator C2 nicht geladen und bleibt auf der Ladespannung $2V_{CC}$. Jetzt wird die "-"-Elektrode des Kondensators über den Schalter S4 mit Massepotential verbunden. Daher wird das Potential auf der "+"-Elektrode des Kondensators C2 $2V_{CC}$.

Danach, wenn S2 und S3 eingeschaltet und S1 und S4 ausgeschaltet sind (zum Zeitpunkt t_2) bleiben die Kondensatoren C1 und C2

auf den Ladespannungen V_{CC} bzw. $2V_{CC}$ und die "+"- Elektrode des Kondensators C1 wird mit der "-"-Elektrode des Kondensators C2 über den Schalter S3 verbunden. So werden die Potentiale auf der "-"-Elektrode und der "+"-Elektrode des Kondensators C2 V_{CC} bzw. $3V_{CC}$.

Dann wird, wenn S1 und S4 eingeschaltet werden und S2 und S3 ausgeschaltet werden (zum Beispiel zum Zeitpunkt t3), die Minuselektrode des Kondensators C1 über den Schalter S1 mit dem Eingangsanschluß 10 verbunden, und das Potential auf der "+"-Elektrode des Kondensators C1 wird auf eine Spannung $2V_{CC}$ erhöht, das heißt, auf die Summe aus der Ladespannung V_{CC} und der Versorgungsspannung V_{CC} auf der Seite des Eingangsanschlusses 10. Auf der anderen Seite wird die "-"- Elektrode des Kondensators C2 über den Schalter S4 an Masse angeschlossen und wird, wenn die Ladespannung kleiner als $2V_{CC}$ wird, durch die Ladespannung V_{CC} des Kondensators C1 aufgeladen.

Dann wird, wenn S1 und S3 eingeschaltet werden und S2 und S4 ausgeschaltet werden (zum Beispiel zum Zeitpunkt t4), die "-"-Elektrode des Kondensators C1 mit dem Eingangsanschluß 10 über den Schalter S1 verbunden und die "+"-Elektrode des Kondensators C1 und die "-"-Elektrode des Kondensators C2 werden miteinander über den Schalter S3 verbunden. Daher wird das Potential auf der "+"-Elektrode des Kondensators C2 auf einen Wert von $4V_{CC}$ erhöht, das heißt, auf die Summe aus der Versorgungsspannung auf der Seite des Eingangsanschlusses 10, der Ladespannung V_{CC} des Kondensators C1 und der Ladespannung $2V_{CC}$ des Kondensators C2. In diesem Falle wird, wenn die Ladespannung des Ausgangskondensators C0 kleiner als $4V_{CC}$ wird, der Ausgangskondensator C0 durch die Ladespannung $2V_{CC}$ des Kondensators C2 aufgeladen und die Ladespannung kehrt auf $4V_{CC}$ zurück. So wird am Ausgangsanschluß 12 eine Ausgangsspannung V_{DD} von $4V_{CC}$ mit einem konstanten Spannungspegel erzielt.

Auf diese Weise kann bei der Ladungspumpschaltung dieser Ausführungsform durch Verwendung von zwei Kondensatoren C1 und C2, vier Schaltern S1, S2, S3 und S4 und zwei Dioden D1 und D2 und

einer Schaltsteuerschaltung 14 die Versorgungsspannung V_{CC} vervierfacht werden und die vervierfachte Spannung $4V_{CC}$ kann periodisch erzielt werden. Außerdem kann durch Anordnen eines Kondensators C_0 und einer Diode D_0 , die Spannung $4V_{CC}$, die dem Vierfachen der Versorgungsspannung V_{CC} entspricht, als eine nahezu konstante Gleichspannung V_{DD} ausgegeben werden.

Im folgenden wird mit Bezug auf die Fig. 3 bis 5 eine Spannungswandlerschaltung erläutert, die die vorher erwähnte und in der Fig. 1 dargestellte Ladungspumpschaltung verwendet. Die Fig. 3 zeigt die Schaltungsanordnung einer Ausführungsform der Spannungswandlerschaltung. Bei dieser Spannungswandlerschaltung ist zur Ladungspumpschaltung der Fig. 1 eine Polaritätsumkehrschaltung hinzugefügt. Daher wird vom Ausgangsanschluß der Ladungspumpschaltung (erster Ausgangsanschluß 12) eine vervierfachte Versorgungsspannung V_{CC} von $4V_{CC}$ als Ausgangsspannung V_{DD} ausgegeben, während vom Ausgangsanschluß der Polaritätsumkehrschaltung (dem zweiten Ausgangsanschluß 24) eine negative vervierfachte Versorgungsspannung V_{CC} von $-4V_{CC}$ als Ausgangsspannung V_{SS} ausgegeben wird.

Bei dieser Spannungswandlerschaltung besitzt die Polaritätsumkehrschaltung eine herkömmliche Schaltungsanordnung mit Kondensatoren C_3 , C_4 , Schaltern S_5 , S_6 , und Dioden D_3 , D_4 . Die Schalter S_5 und S_6 werden abwechselnd unter Verwendung der auch für die Schalter S_1 und S_2 verwendeten Schaltsteuersignale PA und PB ein-/ausgeschaltet.

In der Fig. 5 sind der zeitliche Ablauf des Betriebs oder die Spannungssignalformen an verschiedenen Teilen der Spannungswandlerschaltung dargestellt. In dieser Figur zeigen A-G den zeitlichen Ablauf des Betriebs oder die Spannungssignalformen der verschiedenen Teile der Ladungspumpschaltung. A, B, H und I zeigen den zeitlichen Ablauf des Betriebs oder die Spannungssignalformen der verschiedenen Teile der Polaritätsumkehrschaltung. Wenn bei der Polaritätsumkehrschaltung der Schalter S_5 ein- und der Schalter S_6 ausgeschaltet ist, wird der Kondensator C_3 durch die Ladespannung $4V_{CC}$ des Ausgangskondensators C_0

18.07.98

über den Schalter S5 und die Diode D3 auf $4V_{CC}$ aufgeladen. Wenn der Schalter S5 aus- und der Schalter S6 eingeschaltet ist, wird der Kondensator C4 durch die Ladespannung $4V_{CC}$ des Kondensators C3 über den Schalter S6 und die Diode D4 auf $4V_{CC}$ aufgeladen. Da die "+"-Elektrode des Kondensators C4 mit Massepotential verbunden ist, wird eine negative Spannung $-4V_{CC}$ auf der "-"-Elektrode des Kondensators C4 erhalten und diese negative Spannung $-4V_{CC}$ wird als Ausgangsspannung V_{SS} vom Ausgangsanschluß 24 ausgegeben.

Die Fig. 4 zeigt ein modifiziertes Beispiel der in der Fig. 3 dargestellten Spannungswandlerschaltung. Bei diesem modifizierten Beispiel ist der Eingangsanschluß der Polaritätsumkehrschaltung, das heißt, die "+"-Elektrode des Kondensators C3 nicht mit der "+"-Elektrode des Ausgangskondensators C0 oder des Ausgangsanschlusses 12 verbunden. Statt dessen ist sie mit der "+"-Elektrode des Kondensators C2 der Ladungspumpschaltung verbunden. Da bei dieser Schaltungsanordnung die Ladespannung des Kondensators C2 zum Kondensator C3 geschickt wird, ohne über die Diode D3 zu laufen, kann der Kondensator C3 in wirksamer Weise aufgeladen werden und daher kann der Kondensator C4 in wirksamer Weise aufgeladen werden, ohne einen durch die Diode D3 verursachten Spannungsabfall.

Die Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform dieser Anordnung des Leistungsverstärker-/empfänger-ICs, der die Spannungswandlerschaltung dieser Ausführungsform verwendet. Bei diesem Leistungsverstärker-/empfänger-IC 30 besitzt die Spannungswandlerschaltung 32 die in der Fig. 3 oder 4 dargestellte Schaltungsanordnung. Eine positive Spannung $V_{DD}=4V_{CC}$, die dem Vierfachen der Versorgungsspannung V_{CC} entspricht und eine negative Spannung $V_{SS}= -4V_{CC}$ werden als Betriebsspannungen des Leistungsverstärkers 34 ausgegeben. Daher werden bei diesem Leistungsverstärker-/empfänger-IC 30 selbst dann, wenn die Versorgungsspannung V_{CC} beispielsweise 3,3 V beträgt, immer noch Betriebsspannungen von +13,2 V und -13,2 V mittels der Spannungswandlerschaltung 32 erzielt. Somit können mit ausreichendem Spielraum die Standards der EIA-232-D eingehalten werden.



Bei der Spannungswandlerschaltung 32 sind die Kondensatoren C0 und C1-C4 außen mit dem Leitungsverstärker-/empfänger-IC 30 verbunden. Bei diesem Beispiel wird, wenn der Leitungsverstärker 34 und der Leitungsempfänger 36 nicht verwendet wird, der Strom im Leitungsverstärker-/empfänger IC 30 abgeschnitten, um den Stromverbrauch zu reduzieren. Hierzu wird ein Ausschaltssignal SD zu den verschiedenen Teilen in dem Leitungsverstärker-/empfänger IC 30 gesendet.

Die Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform einer Schaltungsanordnung mit einer mehrstufigen Ladungspumpschaltung. Bei dieser Ladungspumpschaltungsvorrichtung sind N-Stufen (wobei N eine beliebige positive Ganzzahl ist) von Erhöhungsschaltungen, die einen Kondensator C1, eine Diode D1, einen Schalter SiA und einen Schalter SiB umfassen, hintereinandergeschaltet, und am Ausgangsanschluß 40 tritt eine Spannung $2^N V_{CC}$ auf, die dem 2^N -fachen der Versorgungsspannung V_{CC} entspricht. In jeder Stufe der Erhöhungsschaltung werden die Schalter SiA und SiB abwechselnd mittels der Schaltimpulse PiA und PiB, deren Phase einander entgegengesetzt ist, von der Schaltsteuerschaltung 42 ein-/ausgeschaltet. Die Schaltimpulse PiA, PiB und $Pi + 1A$, $Pi + 1B$ stehen so miteinander in Beziehung, daß die Frequenz von PiA und PiB der Hälfte der Frequenz der Impulse $Pi + 1A$ und $Pi + 1B$ entspricht.

Bei dieser Ladungspumpvorrichtung umfaßt eine Einheit der Ladungspumpschaltung ein kontinuierliches beliebiges Paar an Erhöhungsschaltungen. Die Ausgangsspannung einer bestimmten Ladungsumschaltung beträgt dem Vierfachen der Ausgangsspannung der Ladungspumpschaltung der vorherigen Stufe. So ist die Eingangsspannung der Ladungspumpschaltung dieser Erfindung nicht beschränkt auf die Spannung der Versorgungsspannung. Es kann jede beliebige Spannung mit einem vorher bestimmten konstanten oder periodischen Pegel verwendet werden. Daher kann gemäß der Erfindung die Versorgungsspannung von einer beliebigen Schaltung zugeführt werden, die eine vorherbestimmte konstante oder periodische Spannung liefern kann.

15.07.98

Die Fig. 8 zeigt eine Ausführungsform der Schaltungsanordnung einer Ladungspumpschaltung, die zum Verdoppeln der negativen Versorgungsspannung verwendet wird. Diese Ladungspumpschaltung besitzt eine Anordnung mit den gleichen Bestandteilen wie die in der Fig. 1 dargestellte Schaltung. Jedoch sind die Dioden D0, D1 und D2 im Vergleich zu denjenigen in der Fig. 1 umgekehrt angeordnet, das heißt, daß die Katode mit der Eingangsseite und die Anode mit der Anodenseite verbunden ist. Außerdem ist die Polarität der Elektroden der Kondensatoren C1, C2 und C0 umgekehrt.

Die Fig. 9 zeigt eine Ausführungsform der Ladungspumpschaltung gemäß dieser Erfindung, bei der anstelle der Dioden D1 und D2 Schalter S7 und S8 als Gleichrichtungsmittel verwendet werden. Die Schalter S7 und S8 können zum Beispiel Transistorschalter sein, die nur in den Perioden, wenn die Kondensatoren C1 und C2 aufgeladen werden, eingeschaltet werden, da die Schalter zusammen mit den Schaltern S2 und S4 mittels der Schaltimpulse pB und pD ein-/ausgeschaltet werden. Auch ist es möglich, einen Schalter zu verwenden, um die Diode D0 am Ausgang zu ersetzen.

Bei der Ladungspumpschaltung der vorher beschriebenen Ausführungsformen war das Massepotential als das Referenzpotential ausgelegt. Es kann jedoch eine beliebige konstante Spannung als Referenzpotential verwendet werden.

Wie oben beschrieben, kann bei der Ladungsumschaltung diese Erfindung durch Hintereinanderschalten von N-Stufen einer Erhöhungsschaltung, von denen jede einen Kondensator, ein Gleichrichtungsmittel und zwei Schaltungsmittel umfaßt, die Eingangsspannung um einen Faktor 2^N erhöht werden.

16.07.98

EP 0 558 339 (93301466.4)Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Ladungspumpschaltung mit den folgenden Schritten:

es wird eine erste Elektrode (+) eines ersten Kondensators (C_1) über ein erstes Gleichrichtungsmittel (D_1) mit einer ersten Spannungsquelle (V_{CC}) verbunden, die eine vorherbestimmte Spannung liefert, und es wird die zweite Elektrode (-) über ein erstes Schaltungsmittel (S_2) mit einem Referenzpotential (GND) und über ein zweites Schaltungsmittel (S_1) mit der ersten Spannungsquelle verbunden;

es wird eine erste Elektrode (+) eines zweiten Kondensators (C_2) über ein zweites Gleichrichtungsmittel (D_2) mit der ersten Elektrode (+) des ersten Kondensators (C_1) verbunden und es wird die zweite Elektrode (-) des zweiten Kondensators (C_2) über ein drittes Schaltungsmittel (S_4) mit dem Referenzpotential (GND) und über ein viertes Schaltungsmittel (S_3) mit der ersten Elektrode (+) des ersten Kondensators (C_1) verbunden;

dadurch gekennzeichnet, daß Schaltsteuersignale (P_A , P_B , P_C , P_D) erzeugt werden, die abwechselnd das erste Schaltungsmittel und das zweite Schaltungsmittel mit einer vorherbestimmten Periode ein-/ausschalten und die abwechselnd das dritte Schaltungsmittel und das vierte Schaltungsmittel innerhalb jeder Periode der vorherbestimmten Periode ein-/ausschalten, und dadurch, daß die Schaltfrequenz des ersten Schaltungsmittels und des zweiten Schaltungsmittels halb so groß ist wie die Schaltfrequenz des dritten Schaltungsmittels und des vierten Schaltungsmittels.

2. Ladungspumpschaltung mit

einem Eingangsanschluß (10), an dem eine Eingangsspannung von einer Spannungsquelle (V_{CC}) empfangen wird;

einem ersten Kondensator (C_1) mit einer ersten Elektrode (+) und einer zweiten Elektrode (-), deren Polaritäten einander

15.07.98

entgegengesetzt sind, wobei der erste Kondensator über eine der beiden Elektroden mit dem Eingangsanschluß verbunden ist;

einem ersten Gleichrichtungsmittel (D_1), das zwischen die eine der beiden Elektroden (+, -) des ersten Kondensators (C_1) und den Eingangsanschluß (10) geschaltet ist;

wobei der erste Kondensator über die andere der beiden Elektroden mit dem Eingangsanschluß und einem vorherbestimmten Referenzpotential (GND) verbunden ist;

einem ersten Schalter (S_1), der zwischen die andere der beiden Elektroden des ersten Kondensators und den Eingangsanschluß geschaltet ist;

einem zweiten Schalter (S_2), der zwischen die andere der beiden Elektroden des ersten Kondensators und das vorherbestimmte Referenzpotential (GND) geschaltet ist;

einem zweiten Kondensator (C_2) mit einer ersten Elektrode (+) und einer zweiten Elektrode (-), deren Polaritäten einander entgegengesetzt sind, wobei der zweite Kondensator über eine seiner beiden Elektroden mit der einen der beiden Elektroden (+, -) des ersten Kondensators (C_1) verbunden ist;

einem zweiten Gleichrichtungsmittel (D_2), das zwischen die eine der beiden Elektroden des zweiten Kondensators (C_2) und die eine der beiden Elektroden des ersten Kondensators (C_1) geschaltet ist;

wobei der zweite Kondensator (C_2) über die andere seiner beiden Elektroden mit der einen Elektrode der beiden Elektroden des ersten Kondensators (C_1) und dem vorherbestimmten Referenzpotential (GND) verbunden ist;

einem dritten Schalter (S_3), der zwischen die andere der beiden Elektroden des zweiten Kondensators und die eine der beiden Elektroden des ersten Kondensators geschaltet ist; und

einem vierten Schalter (S_4), der zwischen die andere der beiden Elektroden des zweiten Kondensators und das vorherbestimmte Referenzpotential (GND) geschaltet ist,

wobei ein Ausgangsanschluß (12) mit der Anode der zweiten Diode verbunden ist, die das zweite Gleichrichtungsmittel definiert, um eine Ausgangsspannung als eine Versorgungsspannung zu liefern, deren Größe gegenüber der am Eingangsanschluß empfangenen Eingangsspannung wesentlich erhöht ist,

16.07.98

18

gekennzeichnet durch Schaltsteuermittel (14), die jedem der Schalter für den Betrieb in Verbindung mit diesem zugeordnet sind, um innerhalb einer vorherbestimmten Zeitperiode abwechselnd den ersten Schalter und den zweiten Schalter ein-/auszuschalten und um innerhalb jeder Periode der vorherbestimmten Zeitperiode abwechselnd den dritten Schalter und den vierten Schalter ein-/auszuschalten, wobei die Schaltfrequenz des ersten Schalters und des zweiten Schalters halb so groß wie die Schaltfrequenz des dritten Schalters und des vierten Schalters ist.

3. Ladungspumpschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Gleichrichtungsmittel und das zweite Gleichrichtungsmittel aus einem ersten bzw. einem zweiten Gleichrichtungsschalter bestehen, die mit dem Schaltsteuermittel betrieben werden können und mit diesem verbunden sind, so daß sie zusammen mit dem zweiten und vierten Schalter unisono mit dem EIN/AUS-Zustand des zweiten bzw. vierten Schalters betrieben werden können, und daß der Ausgangsanschluß mit dem zweiten Gleichrichtungsschalter verbunden ist.

4. Ladungspumpschaltung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalter aus Transistorschaltern bestehen.

5. Ladungspumpschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

einen Ausgangskondensator mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode, deren Polaritäten einander entgegengesetzt sind, wobei der Ausgangskondensator über eine der beiden Elektroden mit der einen der beiden Elektroden des zweiten Kondensators und mit dem Ausgangsanschluß verbunden ist; und

ein Ausgangsgleichrichtungsmittel, das zwischen die eine der beiden Elektroden des Ausgangskondensators und die eine der beiden Elektroden des zweiten Kondensators geschaltet ist, wobei das Ausgangsgleichrichtungsmittel eine Diode umfaßt, deren Kathode mit der einen der beiden Elektroden des zweiten Kondensators und deren Anode mit dem Ausgangsanschluß verbunden ist;

16.07.98

wobei das erste Gleichrichtungsmittel, das zweite Gleichrichtungsmittel und das Ausgangsgleichrichtungsmittel in Reihe mit dem Ausgangsanschluß verbunden sind und zusammenwirken, um eine konstante Gleichspannung mit negativem Potential als Ausgangsspannung am Ausgangsanschluß zu erzeugen.

6. Ladungspumpschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltsteuermittel einen Oszillator umfaßt.

7. Ladungspumpschaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltsteuermittel darüber hinaus einen Frequenzteiler umfaßt.

8. Ladungspumpschaltung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltsteuermittel darüber hinaus wenigstens einen Inverter umfaßt.

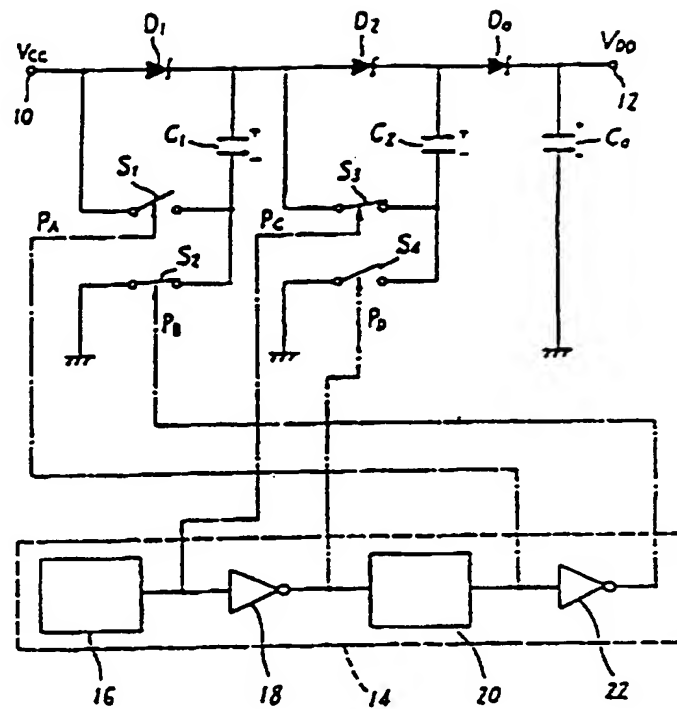
9. Ladungspumpschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zusätzliche erste Kondensatoren und zusätzliche zweite Kondensatoren, die parallel mit dem ersten Kondensator und parallel mit dem zweiten Kondensator verbunden sind, so daß sie eine Kette aus N Kondensatoren bilden, wobei N größer als 2 ist.

18.07.98

EP 0 558 339 (93301466.4)

20

Figuren

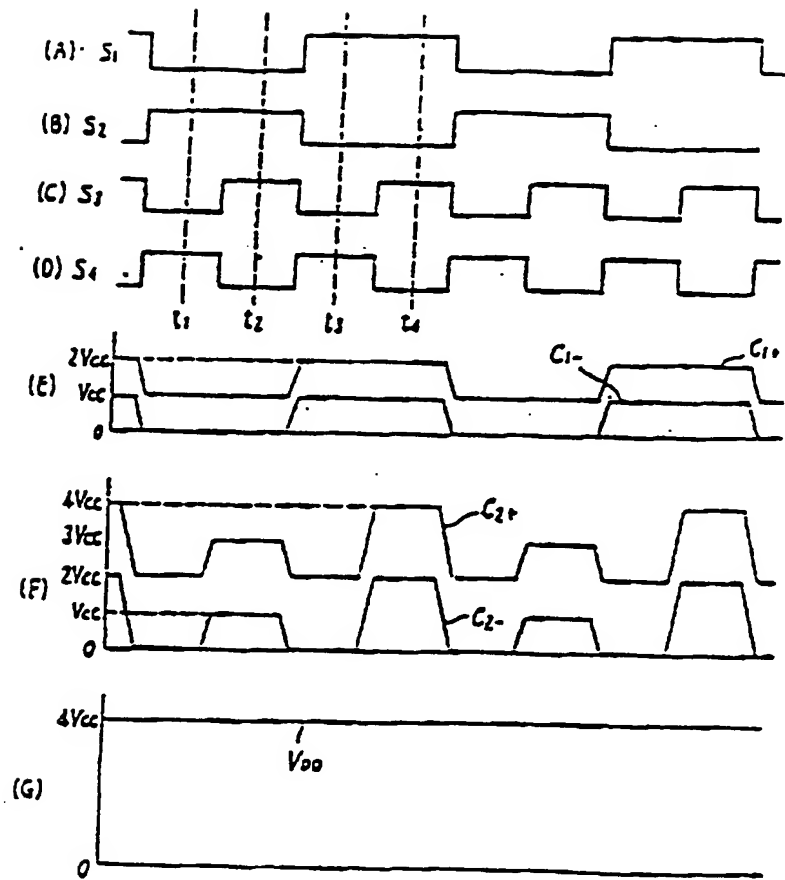


Figur 1

Schlüssel: 16 = Oszillator
20 = Frequenzteiler

16.07.98

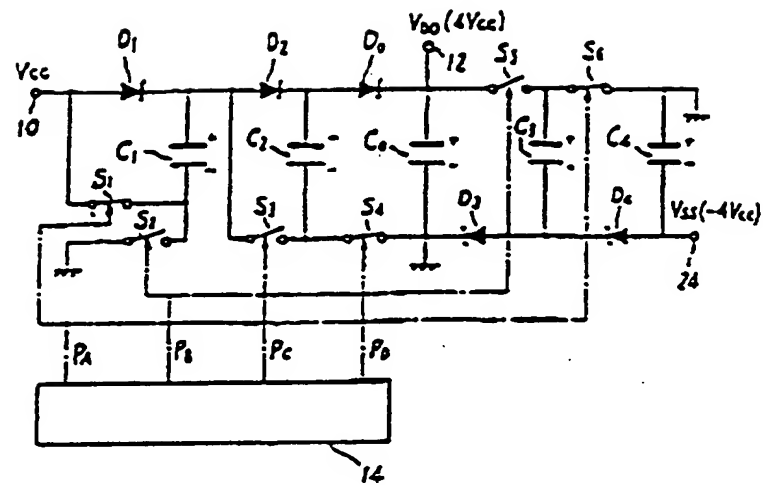
21



Figur 2

18.07.98

22

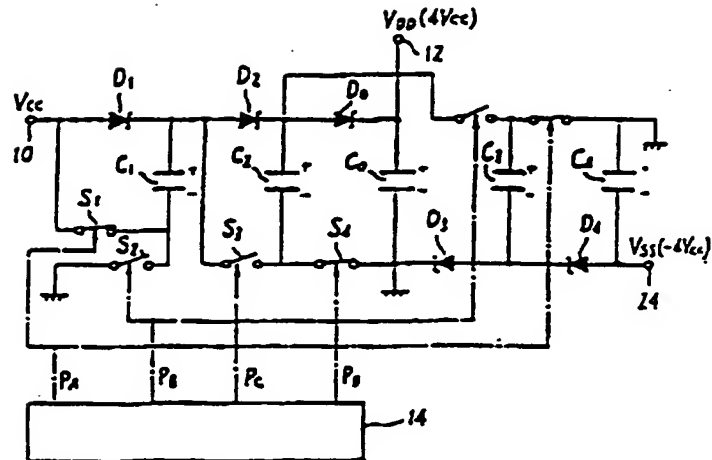


Figur 3

Schlüssel: 14 = Schaltsteuerschaltung

18.07.98

23

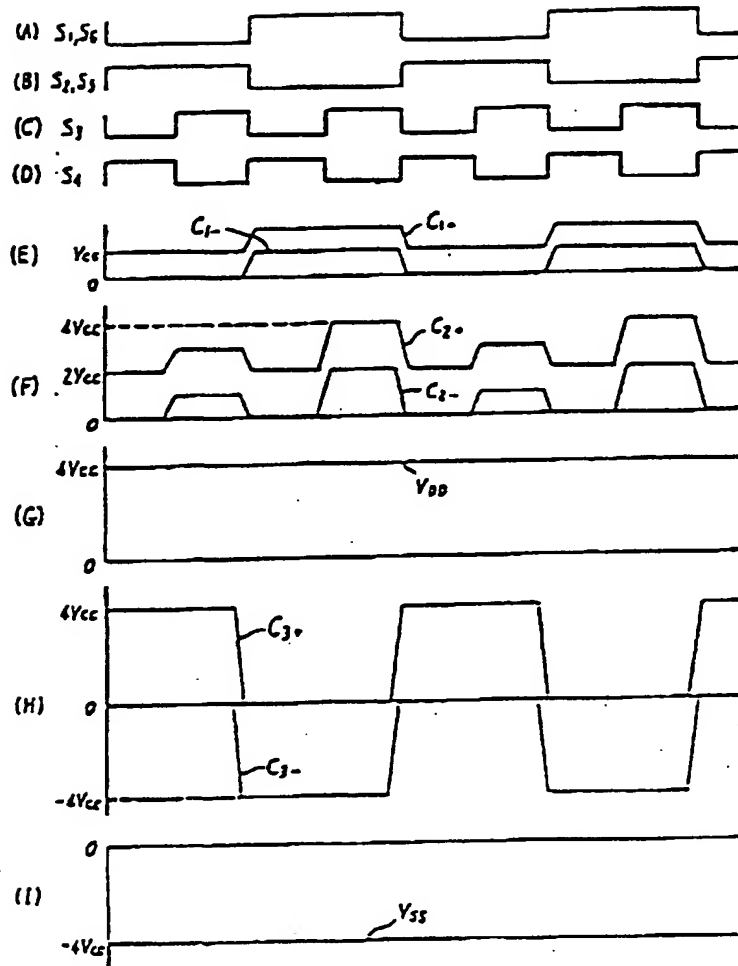


Figur 4

Schlüssel: 14 = Schaltsteuerschaltung

16.07.98

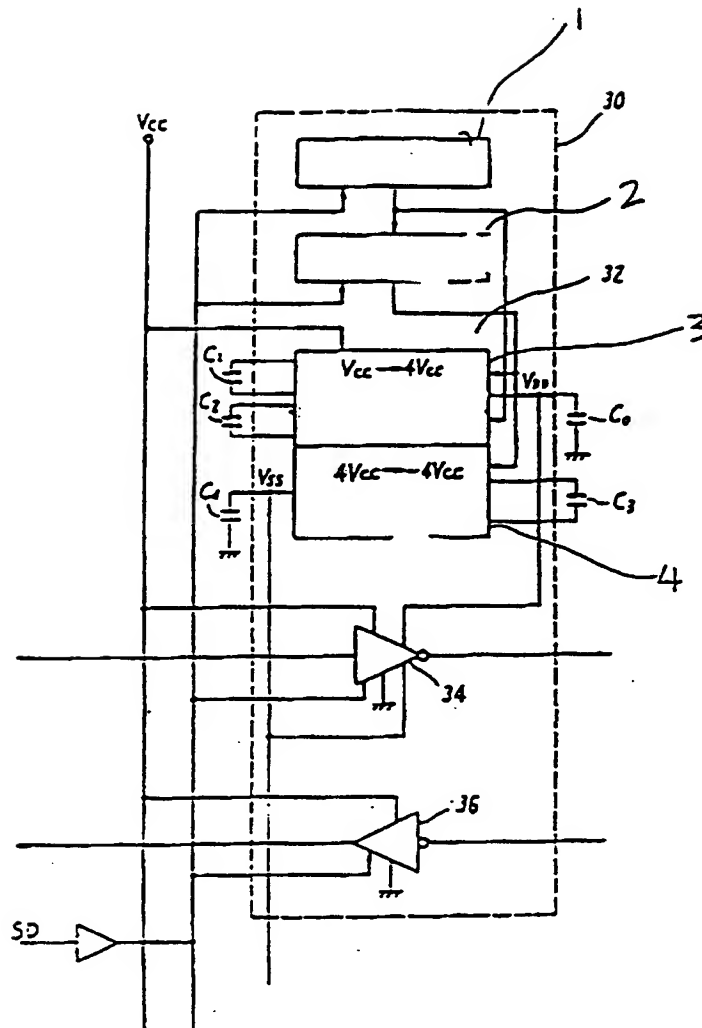
24



Figur 5

18.07.98

25

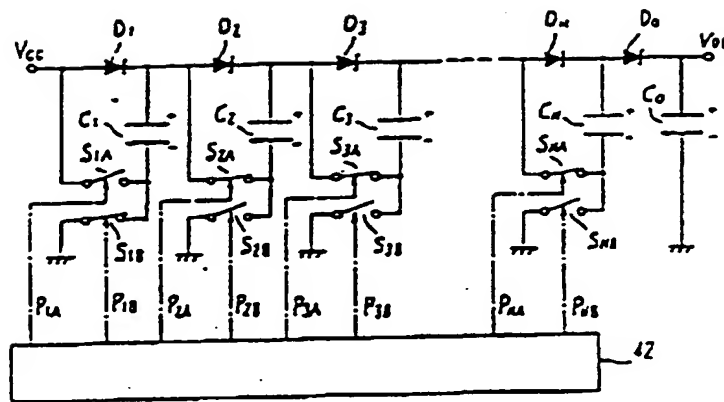


Figur 6

Schlüssel: 1 = Oszillator
 2 = Frequenzteiler
 3 = Ladungspumpschaltung
 4 = Polaritätsumkehrschaltung

16.07.98

26

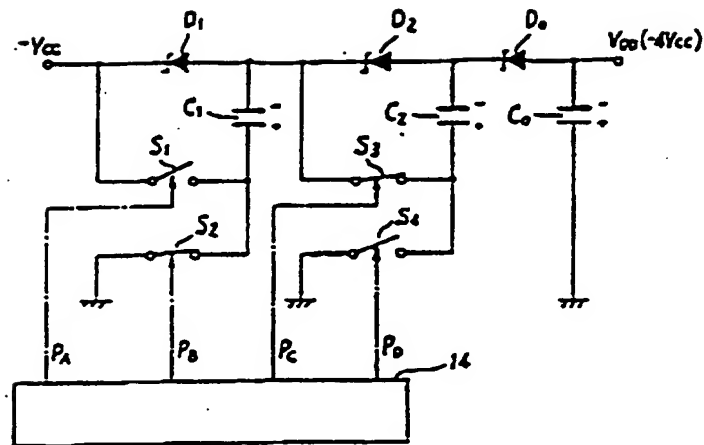


Figur 7

Schlüssel: 42 = Schaltsteuerschaltung

18.07.98

27

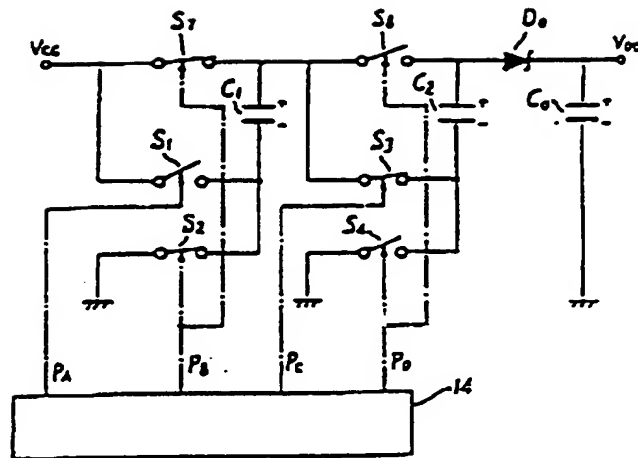


Figur 8

Schlüssel: 14 = Schaltsteuerschaltung

16.07.98

28

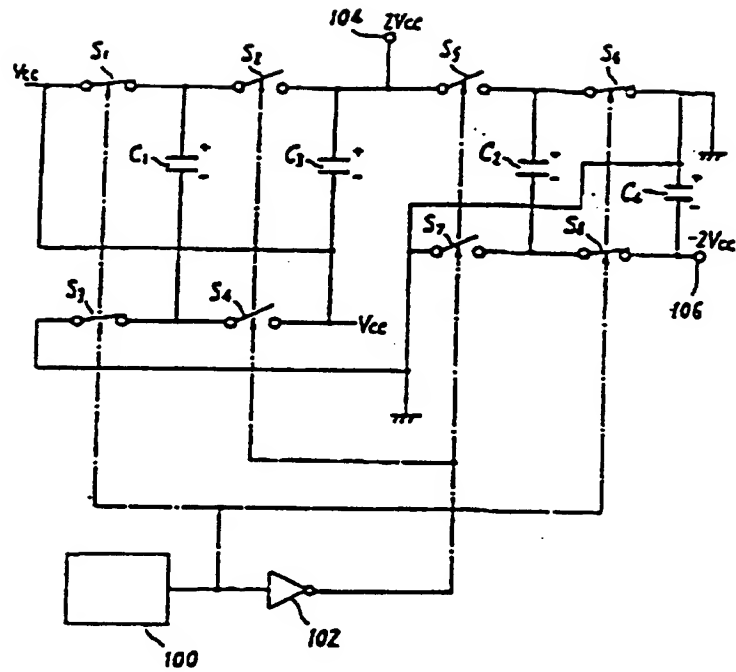


Figur 9

Schlüssel: 14 = Schaltsteuermittel

16.07.98

29

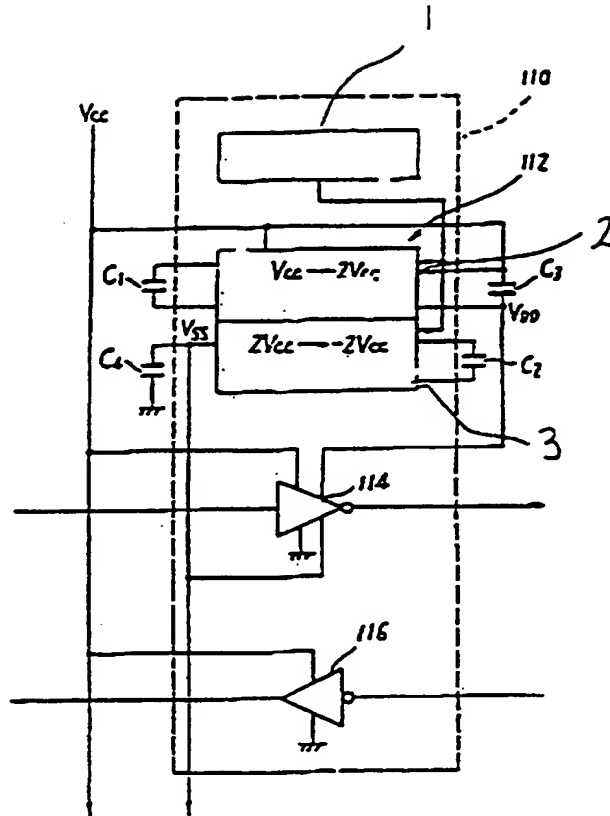


Figur 10

Schlüssel: 100 = Oszillator

16.07.98

30



Figur 11

Schlüssel: 1 = Oszillator
 2 = Ladungspumpschaltung
 3 = Polaritätsumkehrschaltung

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Greg Mayback

From: Anderson, Cory [canderson@novoste.com]
Sent: Tuesday, November 23, 2004 7:06 PM
To: Gregory L. Mayback (E-mail)
Cc: Hall, Daniel; Vo, Minh
Subject: Novoste CTO patent

Greg,

Shortly after our last call on the CTO patent, we received a call from Sean McBrayer expressing concern that we were filing patents in the chronic total occlusion area. If you are concerned about a conflict of interest while working with us or you have any other concerns related to filing these patents for us, please let us know prior to preparing this provisional patent. We don't want you in a position where you feel your interests may be conflicted.

You will have to read through the attached documents and decide whether they should be a single filing or more than one filing. Minh and I will be around tomorrow (11/24) until about 1pm. If you're available, I think it would be good if we spoke on the telephone to make sure we are all on the same page and we can brief you on the documents. Let me know if you have any time available. If you need any clarifications on the text or if we need additional figures/drawings, just let me know. Our goal is to file the provisional by 12/3/04, but we could extend it to 12/6/04 if we run out of time. We will be using some of the devices disclosed on the morning of 12/7/04 in an animal lab. Minh and I are flying to the animal lab on the evening of 12/5/04.

I have to send the files in a ZIP file over Whalemil. You will receive a second e-mail with a weblink that will let you go download the zip file. I hope this is not too complicated, but they are too big for e-mail.

Thanks,
Cory
(770) 810-3229 office
(404) 435-6781 cell

P.S. If you are not available tomorrow morning because of the short notice, I will be available over the Thanksgiving holiday or during next week. Minh, unfortunately, will be traveling from tomorrow afternoon until December 5.

DOCKET NO: W&B-INF-1816
SERIAL NO: 10/600,961
APPLICANT: Hausmann

LERNER AND GREENBERG P.A.
P.O. BOX 2480
HOLLYWOOD, FLORIDA 33022
TEL. (954) 925-1100

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)